

La radioprotection dans les laboratoires utilisateurs de radioéléments

B. AUBOIROUX * responsable d'Activité radioprotection (Appave)

Toute activité humaine entraîne l'apparition d'un certain nombre de nuisances. L'utilisation des rayonnements ionisants n'échappe pas à ce phénomène général. Les préoccupations particulières posées par ces derniers se rencontrent dans des domaines aussi différents que les enceintes des réacteurs nucléaires ou dans les laboratoires utilisant les radioéléments et le nombre de ces laboratoires n'a cessé de croître durant ces vingt dernières années.

Le travail sur les substances radioactives exige donc certaines règles pour se protéger et entre la terreur irraisonnée de la radioactivité et l'inconscience totale et dangereuse, il existe un moyen terme où l'expérimentateur sait adapter les protections au type de travail.

Notre propos s'adresse particulièrement aux personnes qui commencent à manipuler dans les laboratoires utilisant les sources radioactives ainsi qu'aux personnes plus expérimentées pour leur rappeler que l'habitude est source de négligence et leur remettre à l'esprit quelques notions oubliées.

Nous ne traiterons ici que des problèmes soulevés dans les laboratoires de faibles activités (ou laboratoires de chimie bien équipés) laissant de côté les laboratoires

de médecine nucléaire des hôpitaux [2,4,7] et les laboratoires mettant en œuvre des hautes activités dans les installations nucléaires de base. Ces derniers possèdent des équipements spéciaux, lourds et coûteux qui ne relèvent pas des manipulations couramment rencontrées dans un laboratoire de chimie, biologie ou analogue.

But de la radioprotection

Contrairement à bien d'autres sources de dangers (feu, acide ...), qui ne dissimulent pas leur agressivité, les rayonnements ionisants constituent un risque sournois. En effet, ils ne se voient pas, ne se sentent pas et leurs effets apparaissent parfois longtemps après leur action sur l'organisme. Le but de la radioprotection est de protéger l'individu des risques liés aux rayonnements ionisants en limitant les doses au niveau le plus bas possible.

Des règles strictes doivent être appliquées pour l'utilisation des sources de rayonnements. Elles concernent soit chaque individu pris isolément (protection individuelle), soit un groupe d'individus (protection collective). Ces règles sont énoncées dans les divers textes réglementaires et normatifs en vigueur. Il faut les connaître et les appliquer scrupuleusement, mais souvent, le bon sens et la réflexion sont, en ce domaine comme en bien d'autres, des facteurs prépondérants de sécurité.

Tout ceci suppose toutefois une compréhension suffisante de la nature des phénomènes en cause, mais, dans un souci de simplification, nous renvoyons le lecteur qui désire approfondir ou rafraîchir ses connaissances sur les phénomènes

élémentaires (les différents rayonnements, l'interaction des rayonnements avec la matière ...) aux nombreux ouvrages traitant le sujet [3-5].

Action de rayonnement sur l'organisme

Un individu peut être soumis à l'exposition externe au rayonnement si la source reste extérieure à l'organisme, ou à l'exposition interne lorsque la source a pénétré à l'intérieur de l'organisme. Cette exposition interne est la conséquence de la dispersion préalable de substances radioactives dans le milieu environnant, il y a alors contamination et les substances peuvent alors être inhalées ou ingérées par l'individu.

La libération dans les tissus et organes d'une certaine quantité d'énergie associée à la création d'ions chargés électriquement provoque des dommages chez les individus exposés aux rayonnements. En fonction, notamment, de la quantité d'énergie libérée par le rayonnement, c'est-à-dire la dose absorbée (*tableau 1*), et de la nature des tissus et organes exposés, ces dommages sont plus ou moins importants. Les effets des rayonnements sur l'organisme surviennent à l'échelle moléculaire dans les cellules de l'organisme [5]. Les effets sont soit cellulaires (retard dans la division cellulaire, perte de capacité de reproduction, mort cellulaire) soit tissulaire (troubles de vascularisation, réactions inflammatoires...). La radiosensibilité des tissus est essentiellement fonction de la vitesse de reproduction des cellules à l'intérieur des organes. Les tissus les plus résistants sont les tissus musculaires, osseux ou nerveux chez l'adulte, les plus radiosensibles sont les

* Appave (Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur et électrique), 97-103, boulevard Victor-Hugo, 93400 Saint-Ouen. Tél. : 40.54.58.67. Fax : 40.54.59.50.

tissus embryonnaires, les organes sanguiformateurs, les muqueuses intestinales et les gonades.

Plusieurs critères peuvent servir à classer les effets biologiques des rayonnements : apparition précoce ou tardive, atteinte globale ou partielle, effets somatiques ou génétiques. La classification suivante tient compte du caractère probabiliste ou non dans l'apparition des effets :

– Les effets non stochastiques (non aléatoires) qui présentent un seuil au-dessus duquel ils apparaissent de façon certaine et dont la gravité et la précocité d'apparition est fonction de la dose reçue (radiodermites, cataractes ...). On pourra prévenir ces effets en limitant les doses au-dessous du seuil.

– Les effets stochastiques (aléatoires) pour lesquels la probabilité d'apparition semble augmenter avec la dose et dont le temps de latence peut être d'une ou plusieurs années (cancers, leucémies, effets génétiques). Ces affections ne se distinguent en rien de celles survenant spontanément chez les sujets non exposés aux rayonnements. On ne pourra donc pas les

prévenir, mais on limitera les doses de façon que la fréquence d'apparition chez les individus exposés reste au-dessous de la fréquence naturelle d'apparition de ces effets chez les individus non exposés.

Réglementation en radioprotection

La réglementation actuellement en vigueur est l'aboutissement d'une longue évolution et s'inspire des travaux élaborés par les organisations internationales (CIPR, Euratom, AIEA).

A l'échelon national, les organismes officiels représentant les ministères de la Santé, du Travail, de l'Agriculture élaborent les textes (décrets, arrêtés ...). Le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI), service technique du ministère de la Santé, est chargé de la surveillance des travailleurs, mais aussi des installations et de l'environnement.

Le décret 86-1103 du 2 octobre 1986 [8] constitue la transposition en droit français des normes fondamentales de radiopro-

tection élaborées par la CIPR (recommandations 26 de 1977) et de la directive Euratom (15 juillet 1980). Ce texte prévoit notamment :

- la classification des travailleurs (art. 3) et des équivalents de dose maximaux (art. 6),
- des mesures d'ordre administratif avec, en particulier, la nomination d'une personne compétente (art. 17) dont la formation est définie par l'arrêté du 25 novembre 1987,
- des mesures d'ordre technique avec les différents contrôles des installations (art. 28 à 30) dont les méthodes et la fréquence sont précisées par les arrêtés des 1^{er} juin et 2 octobre 1990,
- des mesures d'ordre médical (art. 36 à 40), les recommandations aux médecins du travail étant définies par l'arrêté du 28 août 1991.

Nota : La publication 60 de la CIPR [6] en 1991 apporte quelques modifications notamment au niveau des équivalents de dose qui vont être abaissés sur la durée totale de travail, l'esprit restant toujours le même "recevoir des doses aussi faibles qu'il est raisonnablement possible".

Tableau I

GRANDEURS ET UNITES	
<p>ACTIVITÉ (A)</p> <p>Elle caractérise le nombre d'émissions issues du radioélément par unité de temps. L'unité est le becquerel (Bq). 1 Bq = 1 des./s. L'ancienne unité est le curie (Ci). 1 Ci = 37 milliards de Bq</p> <p>1 Ci = 37 GBq - 1 mCi = 37 MBq - 1 µCi = 37 kBq</p> <p>La décroissance de la radioactivité dans le temps est caractérisée par la période T qui est le temps nécessaire pour diviser l'activité par 2.</p> <p>DOSE ABSORBÉE (D) :</p> <p>Elle traduit l'énergie cédée par le rayonnement à la matière.</p> $D = \frac{E}{M}$ <p>L'unité est le gray (Gy). 1 Gy = 1 J/kg L'ancienne unité est le rad (rd).</p> <p>1 Gy = 100 rad</p> <p>L'ÉQUIVALENT DE DOSE (H)</p> <p>Selon leur nature les rayonnements auront sur l'organisme une efficacité différente. Pour l'action des rayonnements sur l'homme, on tiendra compte d'un facteur Q qui dépend du transfert linéique d'énergie, dans la matière vivante.</p> $H = D \cdot Q$ <p>Pour Beta et Gamma : Q = 1</p> <p>L'unité est le Sievert (Sv) L'ancienne unité est le rem.</p> <p>1 Sv = 100 Rem</p>	<p>Dans le cas d'une exposition interne, on définit l'équivalent de dose engagée (De) qui est celui reçu par un organe ou l'organisme entier pendant toute la durée de l'action du radioélément et sur une période de 50 ans pour les périodes longues.</p> <p>LIMITES ANNUELLE D'INCORPORATION (LAI)</p> <p>C'est l'activité incorporée en un an qui entraîne un équivalent de dose engagée de 500 mSv au niveau de l'organe cible ou de 50 mSv pour la somme des équivalents de dose engagée, pondérés par des coefficients si on considère le corps entier.</p> <p>LIMITES DERIVÉES DE CONCENTRATION DANS L'AIR (LDCA)</p> <p>Si on considère 2000 heures de travail, la concentration moyenne annuelle dans l'air inhalé ne devra pas dépasser la LDCA qui est la limite entraînant une incorporation égale à la LAI.</p> <p>Si la concentration dans l'air est c pour un temps de travail t en heure, l'activité incorporée est alors :</p> $I = \frac{LAI \cdot c \cdot t}{LDCA \cdot 2000}$ <p>PÉRIODE EFFECTIVE (Te)</p> <p>Dans l'organisme un radioélément décroît avec sa propre période radioactive (Tr) mais aussi en fonction du métabolisme des éléments dans le corps humain avec une période biologique (Tb). La combinaison de ces deux périodes est la période effective Te définie par</p> $Te = \frac{Tr \cdot Tb}{Tr + Tb}$

Classifications des travailleurs

Les travailleurs dont l'exposition est susceptible de dépasser un dixième des limites fixées par l'article 6 du décret sont classés par l'employeur (tableau II) en :

- Catégorie A : Si l'exposition est susceptible de dépasser les 3/10 des limites,
- Catégorie B : Si l'exposition se situe entre 1/10 et 3/10 de ces limites.

Au dessous de 1/10 de ces limites les travailleurs sont non exposés. Les limites considérées tiennent compte aussi bien de l'exposition externe que de l'exposition interne.

Dans le cas de l'exposition interne, elles sont déterminées en fonction des limites annuelles d'incorporation (LAI) et des limites dérivées de concentration dans l'air (LDCA) (tableau I). Les valeurs de LAI et LDCA pour les principaux radioéléments utilisés en laboratoire se trouve dans le tableau III (voir annexe IV du décret 86-1103 [8]).

Surveillance des travailleurs

Les travailleurs de catégorie A doivent faire l'objet d'une surveillance individuelle de l'exposition (art. 34), selon les méthodes élaborées par le SCPRI (arrêté du 30 septembre 87). Les résultats de ces évaluations sont destinés au médecin du travail qui tient à jour une fiche d'exposition dans le dossier médical spécial.

Pour l'exposition externe, la surveillance est réalisée par dosimétrie photographique, les films dosimètres sont lus tous les mois.

Pour l'exposition interne, la recherche de radioéléments dans l'organisme est faite

par anthrotopogammamétrie (pour les émetteurs gamma) et par la radiotoxicologie des urines. La fréquence de ces analyses est généralement semestrielle mais elles peuvent être ponctuelles en cas d'accident.

Dans les laboratoires de chimie, étant donné les faibles activités employées et les faibles énergies des rayonnements, seules les analyses radiotoxicologiques (notamment pour H 3 et C 14) donneront une bonne évaluation des risques dans le cadre de la surveillance dosimétrique et revêtiront un caractère obligatoire, car les dosifilms ne seront jamais impressionnés, sauf dans le cas précis de l'utilisation de grosses quantités de phosphore 32 ou iode 131.

L'évaluation du risque ne peut se faire qu'après des calculs difficiles qui tiennent compte de la radiotoxicité du radioélément incorporé (tableau III où le groupe 1 représente la toxicité la plus élevée), et de la durée de présence du radioélément dans l'organisme (voir la période effective dans le tableau I).

Utilisation des sources radioactives dans les laboratoires

La radioprotection dans les laboratoires devra être adaptée au type de sources utilisées. Il sera pris en compte les activités manipulées ou stockées, le type de rayonnements émis (alpha, bêta, gamma, neutrons ...), et la nature des sources :

- sources scellées qui, livrées absentes de contamination, ne peuvent en utilisation normale qu'entraîner une exposition externe,

- sources non scellées qui peuvent, lors de leur manipulation, se reprendre sur les sols, dans l'atmosphère ou sur le manipulateur, entraînant alors après pénétration du radioélément dans l'organisme, une exposition interne.

Autorisation de détention

La détention et l'utilisation des radioéléments artificiels sont soumises à une autorisation préalable de la Commission Interministérielle des Radioéléments Artificiels (CIREA). L'autorisation de création du laboratoire est subordonnée à :

- la compétence de l'utilisateur responsable,
- l'infrastructure technique et la sécurité biologique de l'installation,
- la nomination d'une personne compétente en radioprotection,
- les moyens d'évacuation des déchets radioactifs.

Si l'autorisation est accordée, l'employeur est tenu d'en informer l'inspecteur du travail et l'organisme de sécurité sociale, le SCPRI étant informé en parallèle (art. 15 du décret 86-1103).

Sources scellées

Les sources scellées présentes dans les laboratoires sont peu nombreuses. Placées dans des appareils de mesures (chromatographe, compteur bêta ...), elles sont de faibles activités, inaccessibles la plupart du temps et ne délivrent pas, en dehors de l'appareil, le moindre débit d'équivalent de dose.

D'autres sources, utilisées dans des laboratoires de métallurgie (mesure d'épaisseur, analyse d'alliage), sont manipulées lors de leur mise en place. Les règles les plus essentielles de radioprotection sont à respecter pour diminuer l'exposition externe surtout au niveau des doigts [2] :

- augmenter la distance en utilisant les moyens de préhension,
- diminuer le temps de manipulation,
- utiliser des écrans adaptés (plomb pour le rayonnement gamma, Plexiglass pour le rayonnement bêta),
- choisir une source d'activité la plus faible possible pour l'utilisation recherchée.

Sources non scellées

Protection collective et organisation des locaux

Pour les sources non scellées [1-2-7], le risque principal sera celui de l'exposition

Tableau II

LIMITES D'EXPOSITION EN mSv

	TRAVAILLEURS EXPOSÉS						TRAVAILLEURS NON EXPOSÉS OU PERSONNE DU PUBLIC
	CATÉGORIE A (DATR)			CATÉGORIE B (NDATR)			
	CAS GÉNÉRAL	CAS PARTICULIERS		APPRENTIS 16<N<18 ans			
		Femmes en état de procréer	Femmes enceintes				
ORGANISME ENTIER (sauf ci-dessous)	H _a 50 H _i 30	H _a 50 H _i 12,5	H _a 10	H _a 15 H _i 9	H _a 5		
PEAU, MAINS AVANT-BRAS PIEDS, CHEVILLES	H _a 500 H _i 300	H _a 500 H _i 300	H _a 500 H _i 300	H _a 150 H _i 90			
CRISTALLIN	H _a 150 H _i 90	H _a 150 H _i 90	H _a 150 H _i 90	H _a 45 H _i 27			

H_a : Exposition annuelle
 H_t : Exposition trimestrielle
 H_s : Exposition pour la période de grossesse.

Tableau III

LES RADIOELEMENTS COURAMMENT UTILISES DANS LES LABORATOIRES
SOURCES SCHELLES

Radioisotopes	Activité des Sources (MBq)	Emission-Energie en keV	Période radioactive	Groupe de toxicité
3 H	370	Béta 18	12,3 ans	4
55 Fe	1500	Gamma 100	2,9 ans	3
60 Co	10	Béta-Gamma 2500	4,25 ans	2
63 Ni	370	Béta 67	120 ans	3
90 Sr	100	Béta 2270	28 ans	2
109 Cd	200	Gamma 88	1,3 ans	2
133 Ba	10	Gamma 360	8 ans	3
137 Cs	10	Béta 662	33 ans	3
147 Pm	10	Béta 230	2,6 ans	3
152 Eu	10	Béta 120	13 ans	2
204 Tl	10	Béta 770	3,9 ans	3

SOURCES NON SCHELLES

Radioisotopes	Emission Energie en keV	Période radioactive	Période effective	Protection à prévoir	LAI MBq	LDCA kBq/m ³	Groupe Toxicité
3 H	Béta 18	12,3 ans	12 j	5 mm dans l'air	3000	800	4
14 C	Béta 158	5700 ans	15 j	14 mm dans l'air	90	4	3
32 P	Béta 1710	14,5 j	13,5 j	8 mm de plexiglass	10	0,6	3
35 S	Béta 167	88 j	7 j	0,3 mm plexiglass	500	200	4
125 I	Béta 35	60 j	42 j	5 mm de verre	2	0,1	2
131 I	Béta 610 Gamma 364	8 j	7,6 j	e1/10 Pb = 2,3 cm	2	0,7	2

interne. Les locaux, dans lesquels sont entreposées ou manipulées des substances radioactives, sont groupés et différenciés des locaux ordinaires par un classement en zone contrôlée ou surveillée, selon les activités manipulées. Les nouvelles fiches éditées conjointement par l'INRS et le SCPRI (édition 1993) donnent une limite d'activité pour ces deux zones. Les accès de ces zones doivent faire l'objet d'une signalisation appropriée (trèfle conventionnel) et un règlement intérieur doit préciser les conditions d'accès et de travail. Ces locaux doivent pouvoir fermer à clé.

Les sols, les parois, les surfaces de travail doivent être recouverts d'un revêtement lisse et facilement décontaminable. Il existe actuellement des bacs de rétention recouverts d'une feuille de Rhodoïd qui sera changée en fin de manipulation. Un renouvellement de l'air par des systèmes de ventilation appropriés (2 à 3 renouvellements par heure) doit être assuré et l'air rejeté ne doit pas pouvoir être recyclé.

Dans le cas de hotte de marquage (utilisation de l'iode 125 par exemple), une ventilation spéciale assure 5 renouvellements par heure minimum. Un filtre pour piéger

les particules radioactives est mis en place en sortie de hotte.

Les éviers dans lesquels sont susceptibles d'être rejetés des effluents liquides radioactifs sont repérés et munis de robinets à commande autre que manuelle. Ils sont reliés aux conduites normales lorsque l'activité journalière rejetée n'excède pas les valeurs trouvées dans l'avis du 6 juin 1970 [8] (voir fiche INRS pour chaque radioélément).

A la sortie du laboratoire doivent être prévus une douche pour la décontamination corporelle, ainsi que des détecteurs appropriés au type de rayonnement utilisé, pour le contrôle des mains et des vêtements de travail. Ces derniers doivent être séparés des vêtements de ville dans le vestiaire.

Des mesures d'urgence (art. 50 du décret 86-1103) doivent être prévues et portées à la connaissance du personnel. Elles précèdent la conduite à tenir en cas d'incendie, de perte ou vol de sources et de contamination des lieux et des personnes.

Bien qu'elle ne soit qu'expérimentale, la norme M 62-101 de 1970 est une bonne base pour l'organisation des locaux utilisant les sources non scellées.

Protection individuelle et méthode de travail

Toute personne travaillant avec les sources non scellées doit porter des vêtements adaptés (gants, blouse...). L'employeur est tenu de fournir des mouchoirs en papier. Toute entrée ou sortie de radioélément sera notée sur un registre.

Il est interdit de manipuler à main nue et de prélever des solutions à la bouche, il faut utiliser des gants, des seringues ou des pipettes automatiques.

Il est formellement interdit de boire, manger, fumer ou utiliser des cosmétiques.

L'application scrupuleuse de quelques règles durant les manipulations empêche la propagation de la contamination :

- maintenir les surfaces de travail propre et les débarrasser de tout objet inutile aux manipulations,
- affecter des ustensiles de travail repérés par "trèfle" pour chaque laboratoire, et ne pas, utiliser dans les laboratoires conventionnels,
- signaler les récipients contenant les produits radioactifs par des étiquettes normalisées,
- effectuer des contrôles de contamination quotidiennement et procéder à la décontamination immédiate des surfaces et matériels contaminés,
- éviter de répondre au téléphone et d'ouvrir les portes sans avoir enlevé les gants,

- se laver les mains en quittant les lieux de travail et vérifier la non-contamination corporelle avant de quitter le laboratoire (mains, vêtements, chaussures).

En cas de contamination d'une surface de travail, laver avec un décontaminant (ou du savon liquide) en prenant soin de ne pas étendre la surface contaminée.

En cas de contamination corporelle, brosser légèrement la peau avec de l'eau et du savon, sans provoquer d'irritation pour ne pas transformer une contamination superficielle en contamination interne.

Les déchets radioactifs

Ils doivent faire l'objet d'un tri et d'une évacuation contrôlée s'ils ne répondent pas aux conditions suivantes :

- pour les rejets gazeux : concentration à la sortie du conduit inférieur à 1/3 de LDCA (voir fiche INAS pour chaque radioélément),

- pour les effluents liquides : concentration à la sortie de l'émissaire avant dilution inférieure à la LAI par ingestion,
- pour les déchets solides se reporter à l'activité massique selon la radiotoxicité du radioélément donnée dans l'avis du 5 juin 1970 [8].

Au-delà de ces limites, les déchets solides et liquides et, pour les laboratoires utilisant H 3 et C 14, les liquides scintillants sont récupérés et stockés dans des fûts et bombonnes avant élimination par l'Agence Nationale pour les Déchets Radioactifs (ANDRA). Le local de stockage devra être aéré, situé à l'extérieur, fermé à clé, facilement accessible pour l'enlèvement des fûts. Les demandes d'enlèvement doivent d'abord être adressées au SCPRI. La personne responsable de la gestion des déchets tiendra à jour un registre précisant la date, la nature et les quantités de radioéléments mises aux déchets. Dans le cas de période courte ($T < 30$ jours), il est possible, à condition d'avoir un local suffisamment grand, de faire décroître l'activité pour atteindre les limites inférieures au seuil précisées ci-dessus pour un rejet direct.

Rôle des intervenants en radioprotection

Le médecin du travail

Il procède à l'examen médical des travailleurs : deux visites par an pour la catégorie A, une seule pour la catégorie B. Il tient à jour les fiches d'expositions et de conditions de travail dans le dossier médical spécial.

Il remet, à chaque travailleur de catégorie A, une carte individuelle de suivi médical

(art. 40 du décret du 86-1103) à demander au SCPRI (arrêté du 31 juillet 1991). Il renouvelle auprès des femmes enceintes l'information concernant les risques encourus sur l'embryon.

La personne compétente

Il fait l'analyse des postes de travail et rédige en liaison avec le médecin du travail la fiche des conditions de travail pour chaque travailleur de catégorie A.

Il veille au respect des mesures de protection, recense les situations pouvant conduire à un accident, élabore et est capable de mettre en œuvre un plan d'intervention avec les premières mesures d'urgence.

Il participe à la formation à la sécurité des travailleurs.

L'organisme agréé

Il assure le contrôle des sources radioactives et des lieux de travail pour les sources non scellées en collaboration avec la personne compétente (art. 28 à 31 du décret 86-1103). En dehors de sa mission sur le strict contrôle réglementaire, l'organisme agréé peut jouer le rôle de conseiller auprès des utilisateurs pour des problèmes techniques mais aussi administratifs. En dehors de la formation réglementaire de la personne compétente, il peut assurer en assistance à celle-ci la formation des utilisateurs.

Conclusion

Le progrès des équipements et les dispositions réglementaires d'organisation du travail ont fait diminuer l'exposition des travailleurs au point de l'amener au niveau de l'exposition naturelle. Mais ce

résultat ne peut être maintenu qu'avec la vigilance de chacun, elle même basée sur l'information indispensable et sans cesse renouvelée. D'abord, il faut exiger que les manipulateurs connaissent les phénomènes de base et soient formés pour le travail mettant en œuvre des produits radioactifs. Ensuite, il ne faut jamais occulter les autres risques (biologique, virologique, chimique ...), devant le risque radioactif. Enfin, chaque manipulateur doit être responsabilisé de façon qu'il sache se protéger lui-même, protéger les personnes présentes dans les locaux où il manipule et songer aussi à protéger les autres personnes étrangères au laboratoire et qui ne sont en aucune façon concernées par le travail sous rayonnements.

REFERENCES

- [1] Apave, Cours de personne compétente, 1992.
- [2] Auboiron B., La radioprotection dans le domaine médical. Etude de dosimétrie aux extrémités, Mémoire CNAM, 1986.
- [3] Foss J., Manuel de radioactivité à l'usage des utilisateurs. Formascience, 1993.
- [4] Frost D., Jammet H., Manuel de radioprotection dans les hôpitaux et en pratique générale, Vol. 2, Sources non scellées, OMS-Genève, 1975.
- [5] Galle P., Paulin R., Biophysique-Radiobiologie-Radiopathologie, Masson, 1992.
- [6] ICPR, Publication 60, Pergamon press, Oxford, 1991.
- [7] INRS, La sécurité dans l'emploi des radionucléides en sources non scellées, 1978.
- [8] Journal Officiel, Brochure n° 1420, Edition 1992.
- [9] Pannetier R., Vade-mecum du technicien, tome I - II - III, SCF du Bastet, 1981.

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE ORGANISE UNE DEMI-JOURNÉE D'ÉTUDE

LA SÉCURITÉ DANS LES LABORATOIRES

le vendredi 10 décembre de 9 h à 12 h 30

dans le cadre du Salon du Laboratoire, salle 5 A, Parc des Expositions, Paris-Nord Villepinte.

Renseignements : G. Perreau, SFC, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78. Fax : (1) 43.25.87.63.